

# Kontaminasi Residu Pestisida Organoposfat: Klorpirifos, Fenitrothion dan Profenofos dalam Bivalvia yang Ditangkap di Pesisir Utara Pulau Jawa

Chrisna Adhi Suryono\*, Agus Sabdono dan Subagiyo

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang Semarang 50275  
Email: chrisna\_as@yahoo.com

## Abstract

### **The Contamination of Organophosphate Pesticide Residues: Chlorpyrifos, Fenitrothion and Profenofos in Bivalves Which was Fishing in The North Coast of Java**

Organophosphate pesticides were widely used in agriculture and OPP which was less accumulative and degradable but It has been found in an aquatic environment. The purpose of this study was to determine the level of organophosphate pesticide residues in bivalve which was fishing in North Coast of Java specifically the Demak and Surabaya. Bivalvia, sediment and seawater samples were analysed using GC-MS. The results showed that the bivalves of *A inaequalvis*, *P viridis*, *A pectinata* captured in Demak and Surabaya were contaminated with organophosphate pesticide of chlorpyrifos, fenitrothion and profenofos. The chlorpyrifos was found in all species of bivalves, but the highest concentrations of OPP were profenofos > chlorpyrifos > fenitrothion respectively. ANOVA test results show that there was a very significant difference in OPP residues in bivalves  $p = 0.009$ , but there was no difference in OPP residues between locations.

**Keywords:** Organophosphate pesticides; bivalve; contamination; residues

## Abstrak

Organoposfat pestisida (OPP) banyak digunakan secara meluas dalam pertanian dan OPP tersebut kurang akumulatif dan mudah terurai namun keberadaannya telah di temukan dala lingkungan perairan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui tingkat akumulasi residu pestisida organoposfat yang terdapat di bivalvia yang ditangkap di pesisir Utara Jawa khususnya wilayah Demak dan Surabaya. Sampel bivalvia, sedimen dan air laut dianalisa menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukan bahwa bivalvia *A inaequalvis*, *P viridis*, *A pectinata* yang ditangkap di Demak dan Surabaya terkontaminasi pestisida organoposfat jenis Klorpirifos, Fenitrothion dan Profenofos. Klorpirifos ditemukan pada semua bivalvia, namun konsentrasi tertinggi OPP secara berurutan profenofos > klorpirifos > fenitrothion. Hasil uji ANOVA menunjukan adanya perbedaan yang sangat nyata residu OPP dalam bivalvia  $p = 0.009$ , namun tidak ada perbedaan residu OPP antar wilayah lokasi.

**Kata Kunci :** Pestisida Organoposfat; bivalvia; kontaminasi; residu

## PENDAHULUAN

Pestisida organoposfat (OPP) adalah kelompok bahan kimia yang sangat beracun yang banyak digunakan dalam bidang pertanian untuk mengendalikan berbagai jenis serangga (Zhang *et al.*, 2006). Namun penggunaan pestisida ini menimbulkan keawatiran di seluruh dunia karena efek dari kontaminasi yang terbawa oleh aliran sungai

(Xing *et al.*, 2015). Hal tersebut dikarenakan telah ditemukan residu OPP pada produk peternakan dan perikanan (Fu *et al.*, 2004) dan telah mencemari ekosistem sebagai zat beracun (Tang *et al.*, 2015). Residu OPP diduga telah sampai ke lingkungan laut, terutama pada wilayah yang banyak dialiri sungai seperti perairan pantai Utara Jawa sekitar Pulau Jawa seperti Demak dan Surabaya. Dimana hulu dari beberapa sungai

yang mengalir ke daerah tersebut merupakan daerah pertanian dan perkebunan yang menggunakan OPP.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap kontaminasi residu OPP di Indonesia terfokus pada hasil pertanian seperti sayuran. Analisis Residu Klorpirifos Pada sawi hijau (Marzuki *dkk*, 2014), tanah sayuran kubis (Sulaeman *dkk*, 2016), tanah dan produk bawang merah (Harsanti *dkk*, 2015). Namun sudah ada penelitian di beberapa negara lain yang telah meneliti OPP dalam lingkungan laut. Kontaminasi OPP pada air laut, partikel tersuspensi dan sedimen di lingkungan laut di Laut Tengah dengan melihat (Montuori, *et al*, 2016). Pestisida organoposfat (Klorpirifos) berdampak pada perkembangan larva artemia (Gambardella *et al*, 2018). Demikian pula jenis OPP (azametifos) menyebabkan kematian terhadap *M. edulis* (Canty *et al*, 2017). Efek toksikologi OPP terhadap perkembangan larva ikan sebra memberi dampak yang suknifikan (Sun *et al* 2016). Beberapa jenis pestisida juga telah ditemukan dalam rumput laut salah satunya pestisida organoposfat (Rodríguez *et al*, 2012). Pada prinsipnya pestisida organoposfat telah menyebar kebarbagiai ekosistem dan biota yang ada di lautan. Monitoring variasi musiman terhadap OPP yang terdapat dalam atmosfer, tanah dan air juga telah dilakukan di China (Li *et al*, 2014). Dari informasi diatas dicurigai bahwa organisme benthik yang terdapat di perairan Indonesia diduga juga telah terkontaminasi oleh OPP dikarenakan penggunaan pestisida tersebut yang sangat massif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat akumulasi residu pestisida organoposfat yang terdapat di bivalvia yang

ditangkap di pesisir Utara Jawa khususnya Demak dan Surabaya.

## MATERI DAN METODE

Sampel bivalvia diambil di sekitar perairan di pesisir Utara Jawa khususnya Demak dan Surabaya (Gambar 1) dengan menggunakan drager dengan ulangan sebanyak empat kali. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan ekman grap dan air laut menggunakan water bottle sampler. Bivalvia yang didapat dikumpulkan berdasarkan jenisnya dan dipisahkan dagingnya untuk keperluan analisa organoposfat di laboratorium. Analisa pestisida organoposfat sampel sedimen, air laut dan jaringan bivalvia menggunakan GC-MS (kromatografi gas). Ekstraksi dan analisa organoposfat dalam bivalvia sedimen dan air laut mengacu pada protokol (DFG, 1982; Dauberschmidt *et al.*, 1997; Suryono *et al.*, 2019). Sampel padat bivalvia ditumbuk dan cairan dikeringkan dan dibuang. Jaringan yang terkumpul 2-10 bivalvia digiling dengan enam kali berat natrium sulfat anhidrat dengan mortar hingga homogen. Homogenan diekstraksi dengan refluks tiga kali selama 10 menit dengan 50 ml petroleum benzene. Ekstrak petroleum benzene diuapkan dalam keadaan vakum sampai kering dan residunya diambil dalam n-heksana (1 ml atau 100 µl). Ekstrak minyak benzene diuapkan dalam keadaan vakum sampai kering. Residunya diambil dalam 1ml n-heksana.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa pestisida organoposfat (OPP) terhadap bivalvia, sedimen dan air laut terhadap sampel yang diambil di sekitar



**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Sampel Bivalvia di sekitar Pesisir Demak dan Surabaya

perairan Demak dan Surabaya ditemukan OPP dari jenis Klorpirifos, Profenofos dan Fenitrothion dari tiga jenis bivalvia (*Anadara inaequalis*, *Perna viridis* dan *Atrina pectinata*) sedangkan OPP yang terdapat pada sedimen dan air laut kesemuanya menunjukkan konsentrasi yang sangat rendah yang tidak terbaca oleh standar alat (bd) (Gambar 2 dan Tabel 1).

Sebenarnya dalam penelitian ini didapatkan berbagai jenis bivalvia di kedua daerah tersebut namun yang terkontaminasi hanya ketiga jenis tersebut. Jenis *A. inaequalis* didapatkan di kedua daerah yang terkontaminasi OPP (Klorpirifos dan Profenofos). Sedangkan *P. viridis* yang terkontaminasi OPP hanya didapat perairan sekitar Demak yang terkontaminasi OPP (Klorpirifos dan Fenitrothion). *A. pectinata* hanya didapat di perairan Surabaya dan terkontaminasi OPP (Klorpirifos dan Fenitrothion). Sebenarnya OPP merupakan pestisida yang tidak persisten di alam namun dengan penggunaan yang sangat luas dan terus menerus menyebabkan residu OPP tersebut selalu ada di lingkungan. Selama sepuluh tahun terakhir pestisida organofosfat (OPP) lebih banyak digunakan dibandingkan dengan pestisida organoklorin (OCP) diseluruh dunia (Montuori *et al.* 2016). Karena pestisida organoklorin (OCP) bersifat persisten dan merusak lingkungan (Zheng *et al.*, 2016; Yu *et*

*al.*, 2016), sedangkan OPP rusak lebih cepat di lingkungan, memiliki dampak yang lebih ringan dan lebih aman dan kurang persisten. Diperkirakan bahwa OPP beredar hampir 40% dari pasar global pestisida. OPP paling populer dan penggunaannya masih terus berkembang, terutama karena murah, spektrum aplikasi yang luas, kemampuan pengendalian multi-hama dan kurangnya resistensi hama (Dujaković *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2010; Sapbamrer & Hongsibsong, 2014). Maka dari hal tersebut OPP menngontaminasi organisme laut termasuk berbagai jenis bivalvia yang ada di Demak dan Surabaya, karena OPP juga digunakan secara luas di pertanian dan tambak.

Pestisida organofosfat jenis Klorpirifos ditemukan pada semua bivalvia yang ditemukan di kedua daerah penelitian. Hal tersebut menunjukkan bahwa Klorpirifos banyak digunakan secara meluas. Hal tersebut juga telah dibuktikan dengan masih ditemukannya residu insektisida klorpirifos pada tanah, air, dan tanaman (Ardiwinata 2008) dan insektisida klorpirifos juga ditemukan di tanah pada tanaman padi (Ardiwinata *et al.*, 1999). Akir dari semua polutan yang ada didaratkan seperti pestisida akan berakir di lautan bila tidak terjadi degradasi, hal inilah yang menyebabkan klorpirifos ditemukan dalam bivalvia di pesisir Demak dan Surabaya.



*A. inaequalis*



*P. viridis*



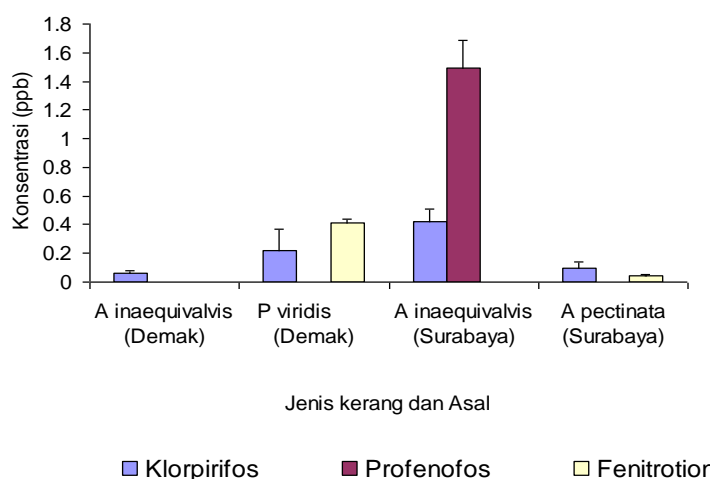
*A. pectinata*

**Gambar 2.** Jenis-jenis Bivalvia yang terkontaminasi pestisida organofosfat.

**Tabel 1.** Rata rata  $\pm$  sd konsentrasi pestisida organofosfat pada bivalvia, sedimen dan air laut yang ditangkap disekitar perairan Demak dan Surabaya

Bivalvia	Demak			Surabaya		
	Klorpirifos	Profenofos	Fenitrothion	Klorpirifos	Profenofos	Fenitrothion
<i>A. inaequalis</i>	0.063 $\pm$ 0.02	bd	bd	0.421 $\pm$ 0.09	1.497 $\pm$ 0.19	bd
<i>P. viridis</i>	0.221 $\pm$ 0.15	bd	0.413 $\pm$ 0.03	bd	bd	bd
<i>A. pectinata</i>	-	-	-	0.097 $\pm$ 0.04	bd	0.046 $\pm$ 0.01
Sedimen	bd	bd	bd	bd	bd	bd
Air laut	bd	bd	bd	bd	bd	bd

Keterangan : bd = konsentrasi sangat rendah tidak terukur oleh instrumen; - = tidak didapatkan bivalvia jenis tersebut di lokasi



**Gambar 3.** Konsentrasi  $\pm$  sd dan Sebaran Pestisida organoposfat pada Bivalvia di Demak dan Surabaya

Gambar 3 menunjukkan bahwa tidak jenis OPP ditemukan di dalam bivalvia yang ada di perairan Surabaya seperti Klorpirifos, Profenofos dan Fenitrothion sedangkan bivalvia yang diambil dari Demak hanya ditemukan jenis Klorpirifos dan Fenitrothion. Konsentrasi tertinggi OPP yang ditemukan dari jenis Profenofos yang terdapat di bivalvia *A inaequalis* dari Surabaya. Hasil uji one way ANOVA terhadap residu Klorpirifos, Profenofos, Fenitrothion yang terdapat di bivalvia ( $p = 0.009 \leq 0.01$ ) yang mengindikasikan adanya perbedaan yang sangat nyata antar ketiga organoposfat tersebut dalam bivalvia. Sedangkan uji yang sama terhadap residu Klorpirifos, Profenofos, Fenitrothion pada dua daerah yang berbeda Demak dan Surabaya ( $p = 0.520 \geq 0.05$ ) menunjukkan bahwa di kedua daerah tersebut tidak menunjukkan adanya perbedaan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa daerah tidak memberi pengaruh terhadap besar kecilnya residu atau banyak sedikit jenis OPP namun yang paling penting adalah kontinuitas suplai residu OPP kedalam wilayah tersebut dan kelancaran arus air laut yang dapat mencuci daerah tersebut dari residu pestisida. Aktivitas antropogenik yang berkembang pesat di sepanjang wilayah pesisir dan masukan berbagai senyawa kimia meningkatkan sensitivitas ekosistem laut. Diantaranya adalah OPP yang digunakan secara luas (Perić *et al.*, 2013). Meskipun OPP cepat terdegradasi dalam perairan dan biota, dan dianggap sebagai bahan kimia persisten rendah. Namun kekhawatiran tetap

ada pada organisme non-target terutama di daerah pesisir yang disebabkan oleh sirkulasi air yang buruk dan selama periode kegiatan intensif pertanian (Kirby *et al.*, 2000; Solé *et al.*, 2000). Pestisida organoposfat berpotensi berbahaya bagi organisme perairan karena efek penghambatan yang berkepanjangan pada aktivitas enzim kolinesterase (ChE) (Coelho *et al.*, 2011; Valbonesi *et al.*, 2011) dan kemampuan untuk menginduksi gangguan fisiologis lainnya (Xuereb *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2010). Selain itu paparan pestisida terhadap spesies perairan yang tidak disengaja dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia (Valbonesi *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tidak ditemukan pestisida organoposfat pada sedimen dan air, namun ditemukan pada bivalvia. OPP dari jenis Klorpirifos ditemukan pada semua bivalvia, namun konsentrasi tertinggi OPP secara berurutan profenofos > klorpirifos > fenitrothion. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata residu OPP dalam bivalvia  $p = 0.009$ , namun tidak ada perbedaan residu OPP antar wilayah lokasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari penelitian Disertasi S3 program Doktor Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang

## DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, J.R., Oliveira, C., Gravato, C., & Guilhermino, L., 2010. Linking behavioural alterations with biomarkers responses in the European seabass *Dicentrarchus labrax* L. exposed to the organophosphate pesticide fenitrothion. *Ecotoxicology*, 19(8):1369–1381.
- Ardiwinata, A.N. 2008. Peran karbon aktif dalam proses degradasi residu karbofurani di tanah oleh mikroba. *Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian Melalui Pendekatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Secara Terpadu*. Surakarta 28 Maret 2006. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya lahan Pertanian. 171-189 pp
- Ardiwinata, A.N., Jatmiko, S.Y., & Harsanti, E.S. 1999., Monitoring residu insektisida di Jawa Barat. Risalah seminar hasil penelitian emisi gas rumah kaca. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 15 p
- Canty, M.N., Hagger, J.A., Moore, R.T.B., Cooper, L. & Galloway, T.S., 2017., Sublethal impact of short term exposure to the organophosphate pesticide azamethiphos in the marine mollusc *Mytilus edulis*. *Marine Pollution Bulletin*. 54, 396–402, doi: 10.1016/j.marpolbul.2006.11.013
- Coelho, S., Oliveira, R., Pereira, S., Musso, C., Domingues, I., Bhujel, R.C., Soares, A.M.V.M., & Nogueira, A.J.A., 2011., Assessing lethal and sub-lethal effects of trichlorfon on different trophic levels. *Aquatic Toxicology*, 103(3–4):191–198.
- Dauberschmidt, C., Dietrich, D.R., & Schlatter, C., 1997., Organophosphates in the Zebra Mussel *Dreissena polymorpha*: Subacute Exposure, Body Burdens, and Organ Concentrations. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 33:42–46
- DFG., 1982., Organochlor und organophosphor pestizide. In: Deutsche Forschungsgemeinschaft (ed) *Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmittel*. Verlag Chemie, Weinheim, pp 1–13
- Dujaković, N., Grujić, S., Radišić, M., Vasiljević, T., & Lausević, M., 2010. Determination of pesticides in surface and ground waters by liquid chromatography-electrospray-tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 678(1):63–72. doi: 10.1016/j.aca.2010.08.016
- Fu, G., Cui, Z., Huang, T., & Li, S., 2004. Expression, purification, and characterization of a novel methyl parathion hydrolase. *Protein Expression and Purification*. 36:170–176. doi: 10.1016/j.pep.2004.04.019.
- Gambardella, C., Nichino, D., Iacometti, C., Ferrando, S., Falugi, C & Faimali, M., 2018., Long term exposure to low dose neurotoxic pesticides affects hatching, viability and cholinesterase activity of *Artemia* sp. *Aquatic Toxicology*. 196:79–89. doi: 10.1016/j.aquatox.2018.01.006
- Harsanti, E.S., Martono, E., Sudibyakto, H.A., & Sugiharto, E., 2015., Residu insektisida Klorpirifos dalam Tanah dan Produk Bawang Merah *Allium ascalonicum* L. di Sentra Produksi Bawang di Kabupaten Bantul Yogyakarta. *Ecolab*. 9(1):26 – 35
- Kirby, M.F., Morris, S., Hurst, M., Kirby, S.J., Neall, P., Tylor, T., & Fagg, A., 2000. The use of cholinesterase activity in flounder (*Platichthys flesus*) muscle tissue as a biomarker of neurotoxic contamination in UK estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 780–791
- Li, H., Ma, H., Lydy, M.J. & You, J., 2014. Occurrence, seasonal variation and inhalation exposure of atmospheric organophosphate and pyrethroid pesticides in an urban community in South China, *Chemosphere*, 95:363–369. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.09.046
- Li, X., Gan, P., Peng, R., Huang, C., & Yu, H., 2010. Determination of 23 organophosphorous pesticides in surface water using SPME followed by GC–MS. *Journal of Chromatographic Science*. 48 (3):183–187.
- Marzuki, A., Naid, T., & Risky, S., 2014. Analisis residu klorpirifos pada sawi hijau (*Brassica Rapa* Var. *Parachinensis* L.) terhadap parameter waktu Retensi metode kromatografi gas. *Pharmakon*, 3(4):133–143
- Montuori, P., Aurino, S., Garzonio, F., Sarnacchiaro, P., Polichetti, S., Nardone, A., & Triass, M., 2016., Estimates of Tiber River organophosphate pesticide loads to the Tyrrhenian Sea and ecological risk.

- Science of the Total Environment, 559: 218–231. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.03.156
- Perić, L., Ribarić, L. & Nerlović, V., 2013. Cholinesterase activity in the tissues of bivalves Noah's ark shell (*Arca noae*) and warty venus (*Venus verrucosa*): Characterisation and in vitro sensitivity to organophosphorous pesticide trichlorfon. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 165(4):243-249. doi: 10.1016/j.cbpb.2013.05.002
- Rodríguez, D.G., Torrijos, R.C., Ferreira, L. & Díaz, A.M.C., 2012., Analysis of pesticide residues in seaweeds using matrix solid-phase dispersion and gas chromatography-mass spectrometry detection. *Food Chemistry*, 135:259–267, doi: 10.1016/j.foodchem.2012.04.088
- Sapbamrer, R., & Hongsihsong, S., 2014. Organophosphorus pesticide residues in vegetables from farms, markets, and a supermarket around Kwan Phayao Lake of northern Thailand. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 67(1):60–67. doi: 10.1007/s00244-014-0014-x.
- Solé, M., Porte, C., Barcelo, D., & Albaiges, J., 2000. Bivalves residue analysis for the assessment of coastal pollution in the Ebro Delta (NW Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 40(9):746–753.
- Sulaeman, E., Ardiwinata, A.N & Yani, M., 2016., Eksplorasi bakteri pendegradasi insektisida klorpirifos di tanah sayuran kubis di Jawa Barat. *Jurnal Tanah dan Iklim* 40(2):103 -112
- Sun, L., Xu, W., Peng, T., Chen, H., Ren, L., Tan, H., Xiao, D., Qian, H., & Fu, Z., 2016., Developmental exposure of zebrafish larvae to organophosphate flame retardants causes neurotoxicity. *Neurotoxicology and Teratology*, 55:16–22, doi: 10.1016/j.ntt.2016.03.00
- Suryono, C.A., Sabdono, A., Subagiyo & Setyati, W.A. 2019. The Preliminary Investigation of Organophosphate Pesticide Residues on Green Mussel *Perna viridis* (bivalvia: Mytilidae, linnaeus, 1758) at Demak Coastal Waters Central Java Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 246 012071. doi: 10.1088/1755-315/246/1/012071
- Tang, X., Liang, B., Yi, T., Manco, G., Palchetti, I., & Liu, A., 2015. Cell surface display of organophosphorus hydrolase for sensitive spectrophotometric detection of p-nitrophenol substituted organophosphates. *Enzyme and Microbial Technology*, 55:107–112. doi: 10.1016/j.enzmictec.2013.10.006
- Valbonesi, P., Brunelli, F., Mattioli, M., Rossi, T., & Fabbri, E., 2011. Cholinesterase activities and sensitivity to pesticides in different tissues of silver European eel, *Anguilla Anguilla*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 154(4):353–359.
- Xing, H., Wang, Z., Wu, H., Zhao, X., Liu, T., Li, S., & Xu, S., 2015. Assessment of pesticide residues and gene expression in common carp exposed to atrazine and chlorpyrifos: health risk assessments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113:491–498. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.12.040.
- Xuereb, B., Lefèvre, E., Garric, J. & Geffard, O., 2009. Acetylcholinesterase activity in *Gammarus fossarum* (Crustacea Amphipoda): linking AChE inhibition and behavioural alteration. *Aquatic Toxicology*, 94(2):114–122.
- Yu, R., Liu, Q., Liu, J., Wang, Q., & Wang, Y., 2016. Concentrations of organophosphorus pesticides in fresh vegetables and related human health risk assessment in Changchun, Northeast China. *Food Control*, 60:353–360. doi : 10.1016/j.food cont.2015.08.013.
- Zhang, Z., Hong, Q., Xu, J., Zhang, X., & Li, S., 2006. Isolation of fenitrothion-degrading strain *Burkholderia* sp. FDS-1 and cloning of mpd gene. *Biodegradation* 17:275–283. doi: 10.1007/s10532-005-7130-2.
- Zheng, S., Chen, B., Qiu, X., Chen, M., Ma, Z., & Yu, X., 2016. Distribution and risk assessment of 82 pesticides in Jiulong River and estuary in South China. *Chemosphere*, 144:1177–1192. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.09.050.